

# ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЭВМ

## PLANE PROBLEM OF ELASTICITY AND ITS REALIZATION ON A COMPUTER

А.А. Поляков, Д.Е. Черногубов, И.Ю. Остаточников

A.A. Polyakov, D.E. Chernogubov, I.U. Ostatochnikov

*a.a.polyakov@urfu.ru, d.e.chernogubov@urfu.ru, ivan.ostatochnikov@urfu.ru*  
ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
г. Екатеринбург

*В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с изучением в образовательном процессе наиболее распространенного вида плоской задачи теории упругости – плоского напряженного состояния. Приводятся результаты исследования на примере балки-стенки.*

*In this paper we describe problems of the educational study of the common task of linear elasticity – the plane-stress. Finally, there is an example of the study of a wall-beam.*

Современные темпы развития различных отраслей машиностроения и строительства выдвигают необходимость в подготовке молодых инженерных специалистов, владеющих практическими навыками инженерных расчетов конструкций и сооружений и хорошо понимающих динамические явления, протекающие в машинах и механизмах. Для повышения интереса студентов к инженерному делу и быстрой адаптации на начальных этапах инженерной деятельности необходима подготовка к практической работе. Эта подготовка подразумевает использование самых современных методов расчета и средств проведения испытаний, с последующей обработкой результатов измерений и правильного принятия решения по выбору оптимального варианта конструкции [1].

На основе использования математического аппарата теории упругости и численного метода решения дифференциальных уравнений (метода конечных разностей) создана обобщенная математическая модель балки-стенки и алгоритм ее решения [2]. На основе данного алгоритма на кафедре «Строительная механика» УрФУ написана программа для ЭВМ, позволяющая рассчитывать

напряженно-деформированное состояние (НДС) балки-стенки с визуализацией результатов расчета. Программа позволяет исследовать нормальные и касательные напряжения в различных плоских сечениях балки-стенки, при этом исследование НДС можно проводить в широком диапазоне изменения геометрических и силовых параметров.

Теоретические расчеты, выполненные на ЭВМ, сопоставляются с исследованиями математических моделей разработанными каждым из студентов или группой студентов и рассчитанными с проверкой экспериментальным путем на основе тензометрических методов.

На основе анализа расчетов можно установить наиболее опасные состояния рассматриваемой системы балка-стенка.

Использование разработанной программы позволяет существенно сократить время расчета НДС балок-стенок при выполнении курсовых и расчетно-графических работ с получением более точных результатов и анализировать поведение упругой системы в рамках задаваемых геометрических и силовых параметров, т. е. работа переходит в стадию исследования.

Внедрение программы в учебный процесс позволяет студентам выполнять работы без контакта с преподавателем и самим добиться необходимого решения с последующим его контролем. Кроме этого, происходит знакомство с современными методами теоретических и экспериментальных исследований.

На рис. 1 показано окно программы для ввода исходных данных. Здесь задаются геометрические размеры, нагрузки, а также параметры сетки, необходимые для численного расчета конструкции методом конечных разностей.

На рисунках 2, 3 и 4 показаны окна программы для визуализации результатов расчета. Здесь можно вывести эпюры нормальных и касательных напряжений в различных вертикальных и горизонтальных сечениях балки-стенки.

Для обработки результатов расчета и анализа НДС конструкции программа позволяет создать отчет, в котором сохраняются исходные данные и результаты расчета в табличной форме (выводятся величины нормальных и касательных напряжений во всех узлах сетки).

Расчет прямоугольной балки-стенки

Размеры: Длина 3 м, Высота 3 м, Толщина 0.25 м. Сетка: Nx 12, Ny 12.

Нагрузка: ☒ Сосредоточенная, ☐ Распределенная. Снизу.

P 30 кН, a 3 м.

Край	P или q	a	b
<input type="radio"/> Сверху	-20	0	3
<input type="radio"/> Снизу	30	0	...
<input checked="" type="radio"/> Снизу	30	3	...

Добавить Изменить Удалить ?

Показать на рисунке: ☒ Нагрузка, ☒ Сетка, ☐ Номера узлов, ☒ Эпюра, ☒ Значения, ☐ Штриховка.

РАСЧЕТ

Рис. 1. Ввод исходных данных

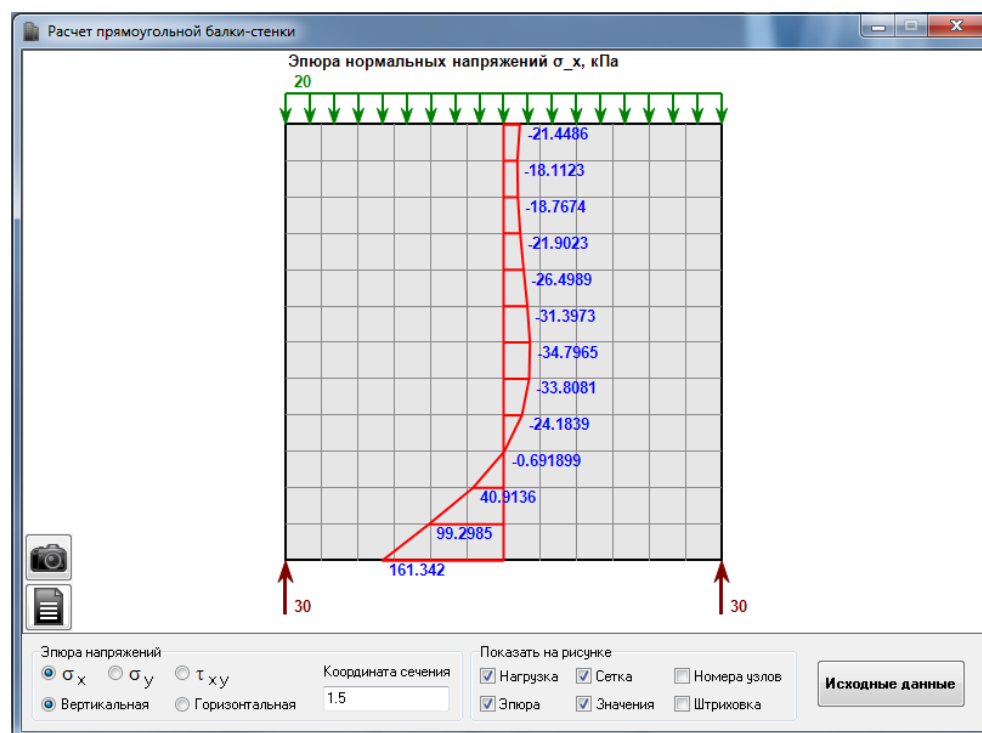


Рис. 2. Визуализация результатов расчета

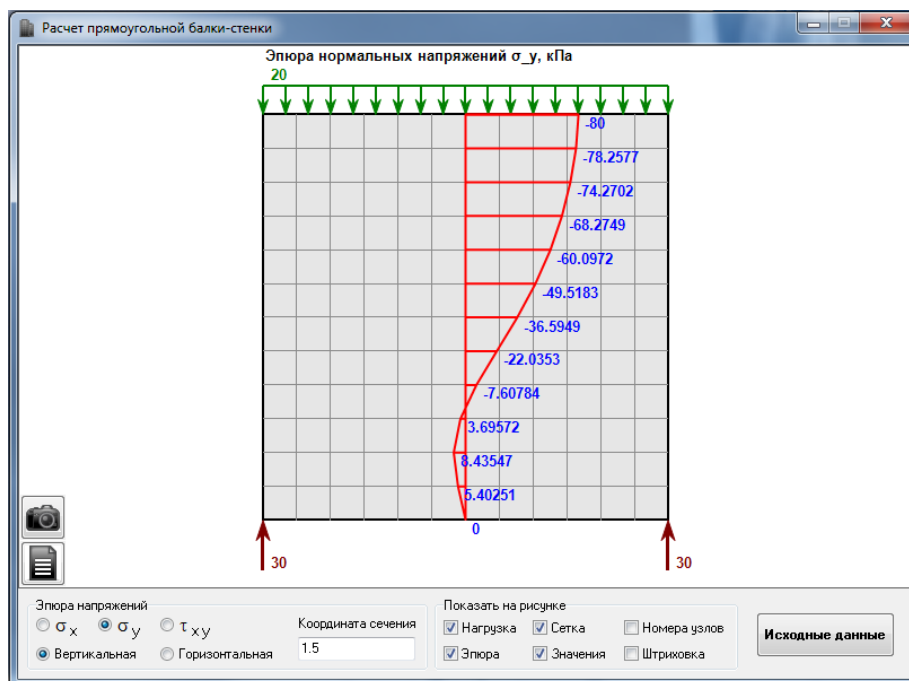


Рис. 3. Визуализация результатов расчета

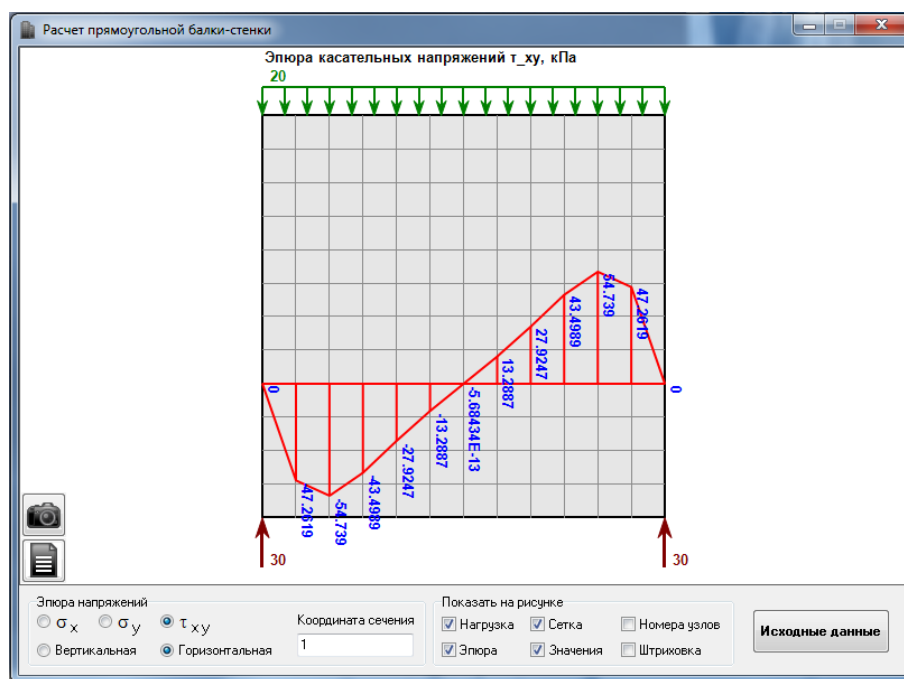


Рис. 4. Визуализация результатов расчета

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поляков, А.А. Организация обучения по курсу «Соппротивление материалов» на основе инновационных образовательных технологий / А.А. Поляков, О.С. Ковалев, И.А. Любимцев // Известия Уральского Федерального Университета. Серия 1 – Проблемы образования, науки и культуры, 2012. № 3 (104). – С. 20.
2. Поляков, А.А. Соппротивление материалов и основы теории упругости: учебник. 2-е изд, доп. и испр. / А.А. Поляков, В.М. Кольцов. – Екатеринбург : УрФУ, 2011. – 527 с.